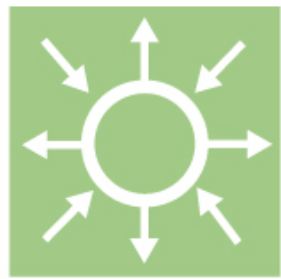


Solceller i byggnader

– en introduktion för arkitektstudenter

Läsåret 08/09

Elforsk rapport 09:78



C. Martinsson, J. Svahn, S. Grahn, A. Barosen

Augusti 2009

ELFORSK

Solceller i byggnader

– en introduktion för arkitektstudenter

Läsåret 08/09

Elforsk rapport 09:78

Förord

Detta projekt ingår i det tillämpade solcellsprogrammet SolEI 08-11 etapp III.
Programmet finansieras av:

- Energimyndigheten
- Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond via NCC och JM
- Vattenfall
- E.ON Sverige
- Fortum
- ABB Corporate Research
- Göteborg Energi
- Exoheat
- HSB
- Malmö stad Serviceförvaltningen
- Sharp Electronics Nordic
- Switchpower
- Mälarenergi
- Tekniska Verken i Linköping AB
- Jämtkraft
- Umeå Energi
- Falkenberg Energi
- Växjö Energi Elnät



Rapporten finns fritt nedladdningsbar från SolEI-programmets webbsajt:
www.solelprogrammet.se.

Bertil Wahlund

Elforsk AB

Sammanfattning

I Sverige är byggnadsintegrerade och nätanslutna solceller ännu relativt främmande för många; naturligt nog eftersom få anläggningar har installerats. Arkitekter och fysiska planerare har ofta en viktig roll i uppgiften att utnyttja solenergin på bästa sätt i sådana installationer.

Att ge studenter på högskolan en inblick i solenergens möjligheter och potential är viktigt. Dels får studenterna själva med sig kunskap och inspiration för hur solenergi kan utnyttjas för mer spännande och hållbara byggnader, dels kommer de när de kommer ut i arbetslivet att kunna hjälpa/inspirera äldre kollegor att se nya möjligheter med solenergi.

ÅF tog inför läsåret 06/07 fram ett utbildningspaket för arkitekturstuderande som introduktion till solenergi och solceller i byggnader, och genomförde en utbildningsinsats på arkitekt högskolorna i Stockholm, Göteborg och Lund. Inför läsåret 08/09 har ÅF tillsammans med White Arkitekter vidareutvecklat utbildningspaketet samt genomfört en förstärkt introduktionsutbildning.

Syftet med utbildningsinsatsen är:

- Inspirera och väcka intresse för att arbeta med solceller i arkitekturen/stadsbilden
- Sprida kunskap om teknikens speciella förutsättningar, för att ge studenterna en bild av såväl möjligheter som begränsningar.

Målet med utbildningen är att studenterna när de kommer ut i arbetslivet ska ha med sig ett intresse för att utforska och tillämpa solcellsteknik i arkitekturen samt att uppdatera och utveckla kursmaterialet för kommande arkitektstudenter.

Genomförande

Föreläsningarna hölls för arkitektstudenter på KTH, LTH och Chalmers och bestod av en seminariedel och ett studiebesök. Programmet omfattade en heldag. Grundstommen i utbildningsinsatsen är ett seminarium på ca 2 timmar, kombinerat med en workshop och studiebesök. Syftet med workshopen har varit att visa studenterna exempel på produkter som finns tillgängliga på marknaden samt att laborera med ett enkelt solcellskit. Vid KTH och Chalmers inkluderade inslaget om solceller också en studentuppgift. Vid LTH anordnade institutionen för Energi och Byggnadsdesign, Arkitektur och Byggt Miljö, en "Solcellsdag".

Resultat

Föreläsningarna var mycket uppskattade och intresset för solceller verkade vara stort. Många studenter värdesatte också kontakten med unga yrkesverksamma ingenjörer och var positiva till att bygga broar mellan teknik och arkitektur.

Majoriteten av studenterna hade viss kännedom om solceller, men generellt var kunskaperna om solcellsteknikens förutsättningar och applikationer ganska begränsade. Det var uppskattat att föreläsningen introducerade grundläggande begrepp som energi och effekt, och solceller och solfångare. Generellt sett hade studenterna stort intresse för förnybar energi och hållbar utveckling, och visade därför också ett stort engagemang för solceller. Genom

att kombinera teori med studiebesök ökade kunskaperna om hur man kan applicera solceller i bebyggelsen. Studiebesöken ökade också intresset för hur man estetiskt och gestaltningsmässigt kan använda solceller. Vår uppfattning är att utbildningen bidrog till en ökad kunskap och intresse för solceller och inspiration till fortsatt arbete.

Summary

Architects and urban planners have an important role in making it possible to use solar cells in the best way. Building integrated photovoltaics are not common in Sweden even though the technology is well established and commercialized. To show architect students the potential and possibilities with solar energy is urgent. With knowledge and inspiration, the students will more likely use solar energy in their coming projects and, hopefully, also inspire older colleagues to realize the potential and possibilities with solar cells.

In 2006, ÅF developed a training program for architect students on solar thermal energy and photovoltaics integrated in buildings. The training program was held on the Swedish universities with postgraduate level in architecture, in Stockholm, Gothenburg and Lund. In 2008 and 2009, ÅF, together with White Arkitekter, developed the programme.

The twofold purpose of the training program was:

- to inspire the students to use photovoltaics in buildings and cityscapes
- to disseminate information on the applicable technologies and to teach them possibilities and limitations with solar cells

On behalf of Elforsk, ÅF together with White Arkitekter, prepared and carried out a series of lectures for architect students on the use of photovoltaics, in buildings. The lectures were held at KTH Royal Institute of Technology, at the Faculty of Engineering of the Lund University, LTH, and at Chalmers University of Technology. The program also included a seminar and a field study. At each university the whole working day was used for the program.

The vision is that the students, after graduation, will explore and apply photovoltaics in buildings.

Training program

The training program was held for the students at KTH Royal Institute of Technology, LTH Lund University and Chalmers University of Technology. The training program was in two parts; traditional lectures and a field study. The program took one work day.

At KTH and Chalmers a student assignment was included in the program. In Lund, the program was offered to all students.

Lectures

The first part was a wide introduction to the photovoltaic segment: technology, market, history, today and future. It included basic facts and facts which affect the performance of photovoltaics.

The second part was about building integrated photovoltaics and photovoltaics in urban areas. It focused on how to integrate and use photovoltaics in building. Many examples were shown from installations, both from Sweden and from the rest of the world.

Workshop

The purpose of the workshop was to let the students see examples on products which are available on the market to get in contact with suppliers. The main part was on building integrated photovoltaics. The students also had the opportunity to laborate with a photovolatics introduction kit. This was to get a feeling of what power photovoltaics may produce and how the voltage and current will alternate when the cells are combined in different ways.

Field study

Every training included visits to several installations of photovoltaics. This was to give the students an opportunity to see building integrated photovoltaics in real life. In Lund, a field trip went to Ekologihuset, which one the SolEI-programmet award Best Installation of the Year.

Result

The lectures were, in general, very appreciated and the interest in photovoltaics among architect students seems to be growing. Many students welcomed the contact with young, gainfully employed engineers and wanted to build bridges between technology and architecture.

The majority of the students were familiar with photovoltaics, but, in general, the knowledge of the technology's current applicability was rather limited. The introduction of the basic principles of solar power, such as the difference between energy and power, and the difference between a solar panel and a solar collector, was, according to our survey, of great value to the students. They also showed an increased interest in renewable energy technology and sustainable development in general after seeing how readily applicable PV technology is.

By combining the theoretical seminars with a field study, the students were able to see firsthand how photovoltaics are effectively integrated in buildings. These visits also increased the students' awareness of the possible aesthetic benefits of photovoltaics as building components. Our understanding is that the lectures contributed to an increased interest in photovoltaics and inspired to solar work in the future.

Innehåll

1	Bakgrund och syfte	1
2	Utbildningsdagens innehåll	2
3	Erfarenheter från KTH, Stockholm	3
4	Erfarenheter från LTH, Lund	4
5	Erfarenheter från Chalmers, Göteborg	6

Appendix 1: Program Solenergidag LTH

1 Bakgrund och syfte

Marknaden för solceller växer kraftigt världen över. I de länder där solcellsmarknaden är störst utgörs den framförallt av nätanslutna anläggningar. I Sverige är denna marknad fortfarande liten, men det statliga investeringsstödet som funnits 2005-2008 och den förlängning som väntas komma har lett till ökad aktivitet på området. Med Sveriges målsättning för förnybar energi kan marknaden för nätanslutna och byggnadsintegrerade anläggningar förväntas fortsätta att växa.

Arkitekter och fysiska planerare har en viktig del i uppgiften att utnyttja solenergin på bästa sätt. De har ofta en avgörande roll för helhetsresultatet av ett byggprojekt. I Sverige är byggnadsintegrerade och nätanslutna solceller relativt främmande för många arkitekter; naturligt nog eftersom få anläggningar har installerats.

Att ge studenter på högskolan en inblick i solenergens möjligheter och potential är viktigt i detta sammanhang. Dels får studenterna själva med sig kunskap och inspiration för hur solenergi kan utnyttjas i projekt för mer spännande och hållbara byggnader, dels kommer de - när de kommer ut i arbetslivet - att kunna hjälpa och inspirera äldre kollegor att se möjligheter med solenergi.

ÅF tog inför läsåret 06/07 fram ett utbildningspaket för arkitekturstuderande som introduktion till solceller i byggnader, och genomförde en utbildningsinsats på arkitekt högskolorna i Stockholm, Göteborg och Lund. Inför läsåret 08/09 har ÅF tillsammans med White Arkitekter vidareutvecklat utbildningspaketet samt genomfört en förstärkt introduktionsutbildning.

Syftet med utbildningsinsatsen var att:

- Inspirera och väcka intresse för att arbeta med solceller i arkitekturen/stadsbilden.
- Sprida kunskap om teknikens speciella förutsättningar, för att ge studenterna en bild av såväl möjligheter som begränsningar.

Målet är att studenterna när de kommer ut i arbetslivet ska ha med sig ett intresse för att utforska och tillämpa möjligheterna med solceller i arkitekturen.

Ett annat mål med projektet är att uppdatera och utveckla upplägg och föreläsningmaterial för en introduktion till solceller/solenergi för arkitektstudenter, som kommer att kunna användas inom arkitektutbildningen även i framtiden.

2 Utbildningsdagens innehåll

Grundstommen i utbildningsinsatsen var ett seminarium på ca 2 h, kombinerat med en workshop samt studiebesök. Vid KTH och Chalmers inkluderade inslaget om solceller också en studentuppgift. Vid LTH anordnade institutionen för Energi och Byggnadsdesign, Arkitektur och Byggd Miljö, en "Solcellsdag", med öppen inbjudan.

Seminarium

Föreläsningens syfte var att väcka intresse för byggnadsintegrerade solceller bland arkitektstudenter, samt att öka kunskaperna om solcellsteknikens förutsättningar. Föreläsningen var uppdelad i två delar.

Den första delen var en allmän introduktion till solcellsområdet: teknik och marknad; historik, nuläge och framtid; samt faktorer av vikt för en solcellsanläggnings prestanda. Upplägget var i stort sett oförändrat från originalmaterialet, men materialet uppdaterades och utökades med ett avsnitt om solcellens funktion, ett avsnitt om kostnader, samt ett om det webbaserade programmet för uppskattning av elutbyte från solcellssystem, PVGIS.

Föreläsningens andra del berörde solceller i byggnader och den bebyggda miljön. Här redogjordes för olika sätt att använda solceller i byggnader och en mängd exempel visades på anläggningar från Sverige och världen. Denna del har omarbetats i sin helhet av White Arkitekter, i samarbete med ÅF.

Workshop

Syftet med workshopen var att låta studenterna se exempel på produkter som finns tillgängliga på marknaden samt komma i kontakt med någon/några leverantörer. Tyngdpunkten har legat på byggnadsintegration och studenterna har fått se prover på både solcellstyper/modul typer och monteringslösningar. Studenterna har också fått laborera med ett enkelt solcellskit, för att få en känsla för vad en solcell klarar att driva, samt hur ström och spänning kan varieras genom att man kopplar ihop cellerna på olika sätt.

Studiebesök

Ett antal anläggningar besöktes, i syfte att visa studenterna verkliga exempel på olika typer av byggnadsintegration.

3 Erfarenheter från KTH, Stockholm

Solcellsdagen anordnades på KTH den 17:de november, som en del i Renewable Design Studio för mastersstudenter i åk 4 och 5. Kursansvarig var Sara Grahn, White Arkitekter, samt professor på KTH. Ett femtontal studenter deltog i dagen, varav en stor del var utbytesstudenter.

Dagen inleddes med besök i stadsdelen Hammarby Sjöstad, där anläggningarna på Holmen och Grynnan, GlasHusEtt, Hammarby Sjö 1 och Lysande förevisades av Carina Martinsson och Johan Svahn. En presentation av Hammarby Sjöstad och Hammarbymodellen gavs också på GlasHusEtt. Det var en klar och solig senhöstdag, som gav tillfälle att särskilt diskutera skuggningars inverkan på solcells anläggningar.

Efter lunch fortsatte dagen med en seminariedel och en workshop. Seminariet genomfördes av Carina Martinsson, Sara Grahn och Anna Barosen. Workshopen inleddes med ett kort föredrag av Olleper Hemlin från Schüco, som också hade med sig prover på celler och monteringslösningar. Under workshopen fanns möjlighet för studenterna att studera Schücos prover, laborera med solcellskitet, samt ställa frågor och diskutera den projektuppgift som de hade fått några dagar tidigare. Uppgiften bestod i att designa en byggnadskomponent, "stadsmöbel" (urban furniture) eller konstnärlig installation, med solceller integrerade i konstruktionen. Studenterna uppmanades att ge solcellsdelen en dubbelfunktion, och att generera el för användning i objektet.

Det var en lång och intensiv dag för studenterna, med mycket ny kunskap. När tillfälle gavs att arbeta med projektuppgiften under workshopen, som sista moment på dagen, valde de flesta att skjuta på detta till den avsatta tiden nästföljande dag. En lärdom är att antingen bör sådant kreativt arbete läggas tidigt i programmet, eller så måste dagsprogrammet som helhet kortas. Även diskussionen under workshopen hade sannolikt varit mer livfull då. Tidigare på dagen var studenterna mycket aktiva, och som framgår av de resultat som presterats i projektarbetena tog de till sig och omsatte mycket ny kunskap på kort tid, på ett mycket imponerande sätt. Studenternas projektuppgifter finns publicerade på SolEl-programmets hemsida.

4 Erfarenheter från LTH, Lund

Den 12 december anordnades en solcellsdag på arkitekt högskolan i Lund. Vård för dagen var Björn Karlsson, professor vid institutionen för Energi och Byggnadsdesign. Dagen sponsrades av Akademiska Hus. Solcellsdagen var öppen för alla arkitektstudenter, men ingick också som obligatoriskt moment i Björn Karlssons kurs Solar Energy for Architects för masterselever. Programmet för just den här dagen finns i Appendix 1.



Figur 1. Olleper Hemlin från Schüco visar sina solcellsmoduler.

20 studenter deltog, varav majoriteten var utbytesstudenter. Studenterna kom främst från två olika kurser, dels den ovan nämnda (7 st), dels från Architectural Urban Design (7 st).



Figur 2. Dennis Aarø från Gaia Solar visar solenergiprodukter.

Studiebesöket koncentrerades till Akademiska Hus anläggning på Ekologihuset på LTH. Med solcellsinstallationer på både fasad och tak liksom på solskydd, åtkomliga för inspektion på nära håll, är anläggningen väl lämpad som studieobjekt. Anläggningen förevisades av den ansvarige arkitekten Marco Pusterla, Fojab Arkitekter, samt Hannes Andersson, student, som har gjort en utvärdering av anläggningen. Anläggningen i sig, liksom medverkan från både arkitekt och utvärderare gjorde studiebesöket mycket givande. Både arkitektoniska och tekniska frågor togs upp till diskussion.



Figur 3. Marco Pusterla från Fojab Arkitekter pratar om framtagande av solenergiprojektet på Ekologihuset vid LTH, senare utnämnt till årets solcellsanläggning 2008.

Samtidigt tog studiebesöket upp en mindre del av dagen, vilket gav utrymme för ytterligare presentationer. Inför studiebesöket berättade Marco Pusterla om arbetet med Ekologihusets anläggning, men också om andra utförda och planerade projekt, och delade med sig av erfarenheter och synpunkter ur en arkitekts perspektiv. Hannes Andersson presenterade de viktigaste resultaten av utvärderingen. Som avslut på dagen berättade Anna Cornander från Malmö Solar City om Malmös satsningar på solceller och visade exempel därifrån.

Workshopens upplägg var detsamma som vid KTH, men förstärkt med deltagande också från danska Gaia, tillsammans med Schüco. Föreläsarna för båda företagen höll varsin kort presentation.

Engagemanget från studenterna var stort, vilket visade sig genom många frågor under föreläsningar och studiebesök och inte minst genom att diskussionerna med Gaias och Schücos representanter vid workshopen blev livfulla. Laboration med solcellskitet var frivilligt och lockade inte alla, men väl majoriteten, av studenterna.

5 Erfarenheter från Chalmers, Göteborg

Föreläsningen för arkitektstudenterna på Chalmers anordnades den 16 och 17 februari på arkitekthögskolan. Måndagen den 16 hölls en introduktionsföreläsning om solceller för förstaårsstudenterna (ca 70 st). Där var syftet att ge studenterna en inblick i vad som är möjligt att göra med solenergi och hur solceller kan integreras i byggnader.

På tisdagen hölls en heldag med föreläsning på förmiddagen och tillhörande studiebesök på eftermiddagen. Ett 30-tal studenter deltog på föreläsningen. Seminariet ingick som en obligatorisk del i kursen Sustainable Building som ingår i mastersprogrammet Design for Sustainable Development. Kursansvarig är Professor Michael Edén som arbetar på Institutionen för arkitektur/Byggd miljö & Hållbar utveckling på Chalmers.

Intresset för solcells-föreläsningen på Chalmers verkade stort och många av åhörarna var aktiva. Liksom i Stockholm hade majoriteten av studenterna viss kännedom om solceller, men även här var kunskaperna om solcellsteknikens förutsättningar och applikationer begränsade.

På eftermiddagen var det studiebesök och först besöktes anläggningen på Ullevi. Tomas Tejländ från GotEvent, som äger anläggningen, tog emot gruppen. Han hade med sig en kollega och de berättade om anläggningen. Från VIP-läktaren med fönster alldeles ovanför anläggningen fick studenterna se modulerna och monteringslösningen på nära håll.

Vid Ullevi ligger även Göteborgs energi med sin fasadanläggning från 1998, som presenterades på avstånd.

Efter detta fortsatte bussresan till Medichus solcellsanläggning i Bjurslätt, där två medarbetare på Medichus, Malin Östblom och Dan Ervall tog emot oss.

Efter besöket på Bjurslätt fortsatte resan mot två andra anläggningar där Medichus är byggherre; en takanläggning vid Åkershus och en solavskärmningslösning på Dalheimershus som är under byggnation.

Enligt utvärderingen var alla mycket nöjda med dagen, men några tyckte att dagen blev lite väl lång på grund av alla studiebesök.

Appendix 1. Program för solcellsdagen vid LTH

Building Integrated Solar Cells, 12 December 2008,



A study day about solar cells in buildings is arranged the 12 of December in the Architecture Building, in room A or C at the entrance.

Program.

- | | | |
|-------------|---|---|
| 8.30-10.30 | Building integrated PV-system | Carina Martinsson&Johan Svahn
ÅF-infrastructure |
| 10.30 | Coffee and tea break | |
| 10.45-12.00 | Workshop | Presentation about PV-system from the companies Schüco and Gaia.
Schüco constructs systems for building intergration of PV-modules.
Gaia has installed the large system in the Ecology building.
Laboration and practical testing with an educational kit. |
| 12.00-12.30 | Lunch. | A light lunch will be served. |
| 12.30-12.50 | Presentation of the PV-systems in the Ecology building. | Architect Marco Pusterla from the Architect office Fojab in Lund. The system is designed by Marco and Mats Österberg.
Performance of the PV-system in the Ecology building
Hannes Andersson has evaluated the system in a project course. |
| 13.00-14.00 | Study tour to the Ecology building | Marco Pusterla and Henrik Åström, Akademiska Hus. |
| 14.00-14.30 | Presentation of the Solar cell systems installed by Malmö Community. | Anna Cornander, Malmö Solar City |

If you intend to participate send an e-mail or phone, at latest on Thursday: bjorn.karlsson@ebd.lth.se, phone: 070 371 30 10.